

Peresan, Laura; Coria, Silvia H.; Adúriz-Bravo, Agustín

La imagen de célula: El caso de las fibras musculares representadas por alumnos universitarios

III Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales

26, 27 y 28 de septiembre de 2012

CITA SUGERIDA:

Peresan, L.; Coria, S. H.; Adúriz-Bravo, A. (2012) La imagen de célula: El caso de las fibras musculares representadas por alumnos universitarios [en línea]. III Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales, 26, 27 y 28 de septiembre de 2012, La Plata, Argentina. En Memoria Académica. Disponible en: http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.3705/ev.3705.pdf

Documento disponible para su consulta y descarga en **Memoria Académica**, repositorio institucional de la **Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación (FaHCE)** de la **Universidad Nacional de La Plata**. Gestionado por **Bibhuma**, biblioteca de la FaHCE.

Para más información consulte los sitios:

<http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar>

<http://www.bibhuma.fahce.unlp.edu.ar>



Esta obra está bajo licencia 2.5 de Creative Commons Argentina.
Atribución-No comercial-Sin obras derivadas 2.5

LA IMAGEN DE CÉLULA: EL CASO DE LAS FIBRAS MUSCULARES REPRESENTADAS POR ALUMNOS UNIVERSITARIOS

PERESAN, LAURA^{1,2}; CORIA, SILVIA H.¹; ADÚRIZ-BRAVO, AGUSTÍN¹

¹GEHyD-Grupo de Epistemología, Historia y Didáctica de las Ciencias Naturales, CeFIEC-Instituto de Investigaciones Centro de Formación e Investigación en Enseñanza de las Ciencias, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires.

²DBBE-Departamento de Biodiversidad y Biología Experimental, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires.

²peresan@bg.fcen.uba.ar

RESUMEN

En las ciencias morfológicas las imágenes son indispensables para el desarrollo del conocimiento conceptual y operan como elementos significantes. En el caso de la enseñanza de la histología, las representaciones gráficas tienen tanta relevancia como las descripciones escritas y pueden emplearse para evaluar la comprensión de los distintos temas. El presente trabajo se propone analizar las representaciones de las células musculares humanas (lisas y estriadas) como parte de un examen parcial de un grupo de alumnos universitarios. Se clasifican las respuestas en tres categorías respecto de la naturaleza del obstáculo encontrado (si concierne al nivel de organización, al concepto del tipo de célula, o a inconvenientes en la noción de las dimensiones) y se plantean explicaciones posibles para los resultados obtenidos.

Palabras clave: histología, imágenes, células, representaciones.

INTRODUCCIÓN

En los contextos de enseñanza de disciplinas que se enmarcan en las ciencias morfológicas, suele ser parte importante de los currículos que los alumnos representen gráficamente las estructuras observadas; así como también la adecuada interpretación de las imágenes utilizadas para el abordaje de los distintos temas. Aun teniendo este carácter fundamental en el desarrollo de estas disciplinas, es frecuente encontrar dificultades en la comprensión y/o en la representación de imágenes por parte de los estudiantes, independientemente del nivel académico del que se trate. Algunos de los obstáculos más recurrentes atañen a la imposibilidad de interpretación de la tridimensionalidad o de las escalas, a la falta de proporcionalidad de los elementos representados por ellos, o sencillamente radican en la falta de discriminación de elementos ubicados en distintos planos, al cambiar la orientación o en contextos de observación diferentes (Russell-Gebbett, 1984; Serrano, 1987; Constable *et al.*, 1988; Macnab y Johnstone, 1990; Díaz de Bustamante *et al.*, 1993; Díaz de Bustamante y Jiménez Aleixandré, 1996; Pérez de Eulate *et al.*, 1999; Peresan y Coria, 2010). A menudo sólo se evidencian estos inconvenientes al solicitar a los estudiantes realizar sus propias representaciones del material observado o estudiado. Es por ello que estas prácticas resultan significativas en instancias de evaluación del proceso didáctico. Asimismo, puede destacarse que las actividades que implican el análisis de imágenes permiten inclusive poner en evidencia algunas concepciones alternativas de los estudiantes sobre conceptos o fenómenos científicos (Aguilar *et al.*, 2007). En las ciencias morfológicas la necesidad de comprensión de imágenes resulta capital –posiblemente en mayor medida que en otras áreas de conocimiento en ciencias-, pues en ellas la imagen es un recurso indispensable para la construcción de significados a través del cual, además, se pretende guiar la adquisición de conocimientos en los contextos educativos.

Claro ejemplo de este panorama se encuentra en los laboratorios de Histología –materia del nivel superior, común a varias carreras universitarias-, donde se trabaja con secciones o partes de organismos de los cuales se abordan estructuras microscópicas, inaccesibles al ojo humano, a partir de esquemas, fotografías o a partir de su observación al microscopio óptico. Como ya ha sido advertido por varios autores (De Juan Herrero, 1984; Tamayo Hurtado y González García, 2003; Mengascini, 2005; Iglesias Ramírez *et al.*, 2009; Peresan y Adúriz-Bravo, 2010), es particularmente habitual observar en alumnos universitarios cierta dificultad para interpretar imágenes histológicas. El presente trabajo propone efectuar un análisis preliminar de las representaciones de células musculares humanas típicas, realizadas por alumnos universitarios como parte de una instancia de evaluación formal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Como muestreo preliminar, se analiza la respuesta a una de las consignas en cuarenta y dos exámenes parciales del año 2011 de un curso de la materia Histología, de una de las Facultades del área Ciencias de la Salud pertenecientes la Universidad de Buenos Aires. La consigna –en cuyas respuestas se basa este trabajo- se transcribe en el **Anexo**. La respuesta esperada a esa consigna consiste en la representación de al menos una célula completa de cada tipo de tejido muscular. En la literatura propia de la disciplina, las células musculares –independientemente de su proveniencia- reciben también el nombre de fibra muscular. Sólo son tenidas en cuenta las ilustraciones rotuladas -ya sea en forma acabada o parcial- que

cuenten con una identificación explícita del tipo de fibra que representan. Además de brindar el aspecto morfológico, también se espera que los alumnos incluyan las organelas y los elementos típicos de cada célula, dado que se trata de componentes que forman parte de su identidad, guardando sus proporciones y en la escala correspondiente.

Clasificamos los desajustes –con respecto al conocimiento científicamente aceptado– encontrados en las representaciones realizadas por los alumnos en: a) inconsistencias respecto del nivel de organización; b) concepto de célula muscular inadecuado; c) dificultades en el manejo de las dimensiones, proporciones y las escalas.

a) Inconsistencias respecto del nivel de organización

Si bien la consigna pedía esquematizar una célula de cada tipo de tejido muscular humano, muchos alumnos rotulaban sus dibujos como “músculo...” –término que refiere a órgano–, sin discriminar claramente sus constituyentes tisulares, ni la delimitación de los elementos necesarios para la conceptualización de cada tipo celular. Advertimos que no se trata meramente de un uso erróneo de terminologías puesto que también se evidenciaba en las ilustraciones, es por ello que amerita un tratamiento particular.

b) Concepto de célula muscular inadecuado

Las ilustraciones que no respondieran a un esquema aproximado de fibra muscular –con las características particulares que tipifican morfo-funcionalmente a cada una– entran en esta categoría. Ejemplo: Por su excesiva longitud –con respecto a su ancho–, de la célula muscular estriada esquelética sólo puede observarse en detalle un fragmento al microscopio, esto se relaciona con el hecho de que no suele representarse en toda su extensión, aun en los libros de texto especializados. De esquematizar sólo una fracción, los alumnos debían indicarlo para dar cuenta de su adecuada concepción.

c) Dificultades en el manejo de las dimensiones y las escalas.

El aspecto de las fibras musculares tiene relación con su alta especialización; entre sus componentes moleculares –que le dan la capacidad contráctil– y sus estructuras subcelulares existen relaciones proporcionales de tamaño, que deben respetarse al ser ilustradas para guardar coherencia también con la ya mencionada concepción morfo-funcional. Inconsistencias semejantes suelen hallarse al intentar distintas vistas o planos de corte de las mismas entidades (por ejemplo, al representar cortes transversales y cortes longitudinales de una misma célula). Este tipo de dificultades se vincula con aquellas contempladas en a) y b), aunque también –por su importancia– es analizado separadamente.

RESULTADOS

Algunos estudiantes no respetaron estrictamente la consigna, dibujando porciones de tejidos y/o de órganos que en algunos casos incluían claramente sus fibras musculares. La ilustración de cada tipo muscular brindada por los alumnos fue considerada una unidad de análisis, independientemente de la cantidad de células que detallara o de vistas que presentara para cada uno. Las variantes dentro de cada una de esas unidades sirvieron para establecer su coherencia interna, tomando como criterio de elección para su evaluación los elementos más representativos del dibujo. Casi todos los estudiantes (41/42) procuraron ilustrar las células musculares estriadas esqueléticas, (en adelante: CME). Mientras que las células musculares lisas y las estriadas cardíacas (en adelante: CML y CMC, respectivamente) resultaron

proporcionalmente igual representadas (38/42). Los cálculos para dar cuenta de las dificultades según la clasificación propuesta se realizaron sobre sus totales relativos.

Dado que prevemos que por distintas circunstancias, como el grado de conocimiento previo, la importancia otorgada, o la complejidad estructural –que se discutirán oportunamente-, las células musculares no son igualmente consideradas por los alumnos, decidimos realizar las cuantificaciones para los tres tipos musculares separadamente.

En general, se observó que los problemas no son privativos de ningún tipo celular en particular. Las proporciones de cada una de las categorías de obstáculos fue similar para las tres fibras musculares, a excepción de lo que concierne al concepto de célula inadecuado. En este último caso, las representaciones de las células musculares estriadas –tanto en CME y como en CMC- son las que las presentan mayor número de dibujos con alguna clase de incongruencia.

A continuación, se enlistan algunos de los aspectos inadecuados encontrados en las representaciones, que fueron útiles para la clasificación:

a) Inconsistencias en cuanto al nivel de organización:

- Combinación de terminologías propias de diferentes niveles de organización para una misma estructura. (Mayoría de los casos)

- Elementos subcelulares como constituyentes tisulares, por ejemplo: caveolas en CML.

- Varios fragmentos paralelos de CME señalados como una única célula.

b) Concepto de célula muscular inadecuado:

- Ausencia de la forma ahusada o cilíndrica (CML y CME, respectivamente)

- Fragmentos de fibras musculares consideradas como células completas. (Mayoría de casos de CME, y -en menor proporción- CMC)

- Disco intercalar como único elemento diferencial de la CMC.

- Organelas (principalmente núcleos) fuera de los límites de la célula (CME y CML) o una única organela junto al núcleo. (CML)

- Estriaciones transversales muy separadas entre sí (principalmente en CMC, para la que se vieron dibujos con sólo una o dos estriaciones en toda la célula).

- Células delimitadas en forma incompleta o con discontinuidades. (CMC y en pocas CML)

- Estriaciones transversales como líneas verticales en la hoja de examen, pero no transversales en la fibra dibujada. (CMC)

- Estriaciones transversales que atraviesan el núcleo. (CMC y CME)

- Tendencia a representar un núcleo en cada ramificación y/o en aislar las ramificaciones mediante líneas a modo de membranas, dando como resultado CMC cúbicas.

c) Dificultades en el manejo de las proporciones, dimensiones y escalas:

- Disco intercalar desproporcionadamente ancho y/o ubicado a modo de cinturón en la célula. (CMC)

- Cortes transversales que no se condicen con la vista o corte transversal, por pérdida de la proporción de los componentes o por su forma.

- Filamentos contráctiles –en parte o en toda su extensión- de mayor grosor que las organelas y/o que ocupan un diámetro excesivo. (CME y CMC)

- Caveólas desproporcionadamente grandes, incluso más grandes que la propia célula. (CML)

- CML gigantes con respecto al órgano donde se las ubica.

La Tabla 1 resume los resultados obtenidos:

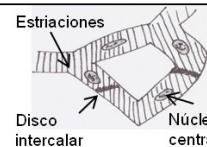
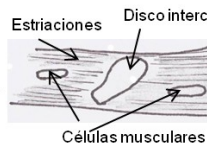
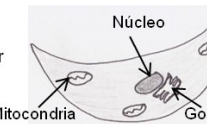
	CML N = 38	CME N = 41	CMC N = 38	EJEMPLO
a) Inconsistencia respecto del nivel de organización	n=14 (36.8%)	n= 7 (41.5%)	n=15 (39.4%)	
b) Concepto de célula muscular inadecuado	n= 2 (31.6%)	n= 27 (65%)	n= 24 (63%)	
c) Dificultad en el manejo de las dimensiones y las escalas	n= 3 (8%)	n= 5 (12.2%)	n= 6 (15.7%)	

Tabla 1: Problemas observados en esquemas de fibras musculares lisas (CML), esqueléticas (CME) y cardíacas (CMC). Los esquemas son fieles reproducciones de algunos dibujos de los alumnos.

CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN

A menudo los docentes asumimos que nuestros alumnos cuentan previamente con conocimientos y habilidades –que consideramos básicas- para el abordaje de las nuevas situaciones a las que los enfrentamos en el curso de nuestra materia. Lamentablemente advertimos de manera tardía ciertas carencias formativas que constituyen los obstáculos fundamentales en el proceso de aprendizaje. Las actividades que demandan la reproducción de imágenes observadas suelen ser muy útiles para evaluar el grado de comprensión y, paralelamente, dilucidar la existencia o no de obstáculos que puedan aparecer en este proceso. En aquellos laboratorios de enseñanza de Histología donde los alumnos deben realizar dibujos en base al material observado, esta práctica constituye una práctica necesaria para el monitoreo de la interpretación (en el camino hacia la comprensión). No siempre este ejercicio es posible y, por ende, los inconvenientes se advierten tardíamente, en las instancias de evaluación formal. El presente trabajo es un ejemplo que se aproxima a este último caso. De

todos modos, la advertencia de estos obstáculos –en cualquiera de las instancias- nos lleva a reflexionar acerca de sus posibles explicaciones y, consecuentemente, a procurar implementar nuevas estrategias de enseñanza que permitan mejorar la comprensión de las imágenes abordadas, así como transmitir su valor en el proceso cognitivo en este área de conocimiento. El análisis de los resultados de la muestra considerada aquí puede resumirse en algunas conclusiones principales, que esperamos sirvan de base para una mayor profundización en futuros trabajos en este marco.

Las inconsistencias encontradas en cuanto a los niveles de organización (celular, tisular y de órganos) involucrados en los abordajes histológicos podría deberse fundamentalmente a una pobre distinción conceptual entre ellos. Si bien la célula eucariota (cuya enseñanza -recurrente en todos los niveles educativos- está ligada a la Teoría Celular) es una entidad conocida por los alumnos, el nivel correspondiente a los tejidos (no vinculado directamente a modelos ni teorías específicas) es conceptualmente menos asequible para ellos, con delimitaciones más difusas en sentido estricto. Las distintas enunciaciones del concepto de tejido que pueden formularse en las clases teóricas (usualmente, al inicio del curso de la materia) parecen desdibujarse al abracarse nuevos y mayores conocimientos. Los altamente diversos aspectos de los tejidos podrían contribuir a la dificultad de concebir un modelo mental estable de tejido (Peresan y Coria, 2011). Por lo tanto, para los alumnos éste funcionaría como nexo de transición –prácticamente con un mero valor nominal- entre las dos entidades más fácilmente enunciables: la célula (desde el modelo clásico de la Teoría) y el órgano (de límites materialmente visibles y funcionalidad macroscópica propia). Este obstáculo se ve reflejado en las confusiones observadas al intentar adjudicar características funcionales o morfológicas de células, tejidos y órganos, así como en sus representaciones a nivel de escala. Cabe recordar que la noción de tejido no tiene existencia real, sino que es una construcción consensuada, por lo que debe ser transmitida lo más claramente posible a los estudiantes. Como Tamayo Hurtado y González García (2003) señalan: “hay que resaltar que cuando creemos observar un tejido en realidad estamos observando células u otros materiales, que interpretamos como una unidad al integrar esos elementos en una estructura conceptual teórica, que les supone ciertos caracteres comunes relativos a su origen, estructura, organización y funciones, y que rara vez se cumplen”.

Pese a que el concepto científico de célula es enseñado en la escuela, es un concepto abstracto que no tiene correlato en la vida cotidiana del alumno. Se trata de una concepción que ya desde instancias tempranas, evidencia serios problemas de comprensión, según Rodríguez Palmero (2000) no sólo para la Biología Celular sino para la comprensión de conocimientos como “ser vivo” y de otras estructuras jerárquicas. Problemas conceptuales acerca de las células parecen subsistir a nivel universitario (Mengascini, 2006 y Camacho *et al.* 2012). Si bien los alumnos creen contar con un concepto de célula eucariota claro (gráficamente representable como una estructura delimitada por una membrana, con núcleo definido y organelas inmersas en un citoplasma), los tipos celulares que deben reconocer como constituyentes de los distintos tejidos a estudiar suelen distanciarse grandemente de ese modelo, como es el caso de las células musculares estriadas (especialmente las esqueléticas). A diferencia de la fibra muscular lisa –profusamente representada en los libros de texto-, de dimensiones regulares y núcleo central, la célula muscular estriada esquelética –producto de la fusión de células en una etapa embrionaria- presenta una longitud que supera ampliamente su diámetro, extremos ahusados (característica omitida aun en algunas CML dibujadas) y varios núcleos de ubicación subsarcolémica (periféricos). Estas dimensiones atípicas

condicionan su observación bajo aumentos que permitan conocer su ultra-estructura –sólo puede verse un fragmento por campo visual del microscopio- y, por lo tanto, su representación detallada. Los libros de texto suelen reproducir sólo segmentos de estas células. Los alumnos no parecen advertir este hecho y, como pudo observarse en varios de los exámenes analizados, dibujan las células como cilindros con relación entre longitud y diámetro mucho menor a la posible. Por otro lado, en varios casos los alumnos señalaron como núcleos de las CME, fuera de sus límites celulares. Posiblemente esto se relacione con su observación al microscopio óptico, donde se los confunde con los núcleos del tejido conectivo circundante (que quedan próximos a los de las CME –menos distinguibles). Células con estas características no resultarían funcionales en el esqueleto humano. Las CMC fueron las menos representadas por los estudiantes que las CME. Posiblemente esto se deba a su forma -poco familiar para aquellos y distante de cualquier otra conocida- con algunas ramificaciones que se relacionan estrechamente con las de sus vecinas (contactos imprescindibles para su funcionalidad en el órgano al que pertenecen). Suponemos que algunos alumnos no dibujaron las CML debido a que al no poseer estriaciones visibles al microscopio óptico, no encontraban otras características –posiblemente por una escasa comprensión previa- que las identificaran como células contráctiles. En otros casos, las CML eran retratadas con parte de sus organelas fuera de los límites celulares. Entendemos que esto no podría deberse a un simple descuido, dado que en una instancia de evaluación formal los alumnos deberían saber que sus ilustraciones son evaluadas rigurosamente, pero necesitaríamos estudios más detallados para determinarlo. En este sentido, cabe resaltar que la representación de organelas se sustanciaba principalmente en el caso de la CML –por el tipo y nivel de detalle con que suele tratarse esta célula-, por lo que no podemos descartar que el problema no pudiera surgir también en los otros tipos celulares de existir una inadecuada comprensión de éstos. En cierta relación con lo descripto, podemos destacar que algunos alumnos no marcaban límites a las células representadas, hecho que puede relacionarse con la observación de preparados definitivos bajo el microscopio óptico. Sin embargo, los alumnos tuvieron la oportunidad de ver imágenes impresas provenientes de otros tipos de preparado (por ejemplo, para la microscopía electrónica) y de esquemas de libros de texto, donde sí era posible ver esa discontinuidad. Evidentemente, la influencia de la observación directa, bajo el más antiguo protocolo tradicional de laboratorio, es la que más podría pesar al momento de dar respuesta en el ámbito académico.

Un aspecto contemplado frecuentemente en las producciones de los estudiantes –que se vincula directa o indirectamente con algunos problemas descriptos más arriba- se relaciona con las inconsistencias emergentes cuando aquellos pretenden representar vistas o cortes diferentes de las mismas células o tejidos, y/o al incluir sus componentes en forma proporcionada en tamaño. Podría hipotetizarse que esto proviene de la ausencia de una concepción clara de las estructuras tisulares y celulares, pero creemos que se trata fundamentalmente de una cierta limitación de la plasticidad de su representación mental, que les dificulta el pasaje fluido entre la bi- y la tridimensionalidad. Estos problemas surgieron en menor medida en las representaciones de la CML. Entendemos que esto puede fundarse en que se trata de un tipo celular de apariencia más cercana al típico modelo celular eucariota, con contorno cercano al redondeado –definido en muchas preparaciones-, núcleo central fácilmente visible y carente de estriaciones evidentes, que puede ser abarcado en el campo del microscopio aún a grandes aumentos.

Una de las faltas de proporcionalidad más frecuentes pudo observarse en las CMC. Casi todos los alumnos pretendieron representar al menos dos células de este tipo en contacto (lo que permite la transmisión de la contracción), pero la marcada desproporción de la discontinuidad dibujada implica un error desde el punto de vista funcional.

En histología, los inconvenientes planteados a lo largo de este trabajo se convierten en obstáculos substanciales para la comprensión acabada de cualquier tema, pues se trata de una ciencia que contempla integralmente la forma, la función y aún la evolución de las estructuras en todos los niveles de organización de los seres vivos. La histología es eminentemente una ciencia morfológica que trabaja fundamentalmente con preparaciones y fotografías de éstas (Tamayo Hurtado y González García, 2003); las imágenes no pueden omitirse en ningún abordaje, su presencia es constante tanto en clases teóricas como en prácticas. Es por ello que resulta indispensable su interpretación adecuada para llevar adelante un proceso de enseñanza-aprendizaje significativo. Sin embargo, no podemos omitir la posibilidad de que parte de las inconsistencias encontradas en las producciones de los estudiantes se deban a la escasa atención prestada a las formas de representación gráfica. En este campo, estas últimas tienen un valor conceptual tan altamente competente en su significación como las descripciones escritas. Pero, en general, como ya fuera advertido por Llorente Cámara (1999), a pesar de su masiva presencia en los textos escolares los estudiantes no están habituados a aprender de las imágenes, ni a considerarlas fuentes serias de información útil, por lo que su aproximación a éstas requiere además de un cambio en sus hábitos de estudio. Esto puede vincularse a cierta disrupción frecuentemente encontrada entre las producciones escritas y las gráficas de los estudiantes. La inexperiencia en la lectura de imágenes de este tipo implica el desconocimiento de las convenciones necesarias, por lo que resulta imprescindible una enseñanza explícita que conduzca a la percepción de aquellas (Peresan y Adúriz-Bravo, 2010). En este campo como en muchos otros, es necesario dirigir, mediante palabras a tareas específicas, la lectura de las imágenes para optimizar sus efectos positivos sobre el aprendizaje (Perales y Jiménez, 2002). De esta manera podríamos soslayar algunos factores que detentan contra la comprensión y que podrían subyacer en los inconvenientes encontrados en este análisis.

Por otro lado, a partir de nuestra experiencia docente podemos señalar que en frecuentes situaciones los alumnos ilustran estructuras que no se ajustan al significado conceptual que ellos mismos enuncian pertinentemente en el texto que las acompaña. En esos casos se necesita un análisis profundo para evidenciar si se trata de un aprendizaje memorístico, de cierta incapacidad para la articulación entre ambos tipos de conocimiento (visual y escrito), o del simple desconocimiento de convenciones, entre otros factores posibles.

De todos modos, coincidimos con Llorente Cámara (1999) en que la interpretación de imágenes exige un amplio conjunto de destrezas complejas, como la de comprender convenciones como la perspectiva o el punto de vista único, o ser conscientes de las funciones del contexto que provoca un significado diferente del mismo estímulo visual. Esta complejidad se agudiza al tratarse de imágenes microscópicas en el campo propuesto, pues sus componentes escapan a la percepción en el entorno cotidiano, siendo competencia casi exclusiva de la histología, único contexto donde se pondrían a prueba las habilidades perceptivas necesarias para la observación de ese material.

Como señalan Perales y Jiménez (2002), las imágenes tienen un papel actual e histórico en la construcción de la ciencia, su interpretación no es obvia y requiere actuación específica para revertir las dificultades que puedan encontrar los alumnos en su interpretación. Invitamos a

quienes tienen a su cargo la ardua tarea de enseñar en el marco de las ciencias morfológicas, a promover la valorización de la imagen como elemento significativo en la comunicación de conocimiento y la búsqueda de nuevos recursos que procuren su máxima comprensión, en función de alcanzar aprendizajes significativos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilar, S.; Maturano, C. y Núñez, G. (2007). Utilización de imágenes para la detección de concepciones alternativas: un estudio exploratorio con estudiantes universitarios. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6 (3): 691-713.

Camacho González, J.P., Jara Colicoy, N., Morales Orellana, C., Rubio García, N., Muñoz Guerrero, T. y Rodríguez Tirado, G. (2012). Los modelos explicativos del estudiantado acerca de la célula eucarionte animal. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9(2): 196-212.

Constable, H.; Campbell, B. and Brown, R. (1988). Sectional drawings from science textbooks: an experimental investigation into pupils' understanding. *British Journal of Educational Psychology*, 58 (1): 89-102.

De Juan Herrero, J. (1984). Estructuras tisulares: nueva forma de presentación de los contenidos en la enseñanza práctica de la histología. *Enseñanza de las Ciencias*, 33-42. (<http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/viewFile/50692/96390>) Consultado el 15 de agosto de 2012.

Díaz de Bustamante, J.; Jiménez Aleixandré, M. P.; Cienfuegos, E.; Garrido, G.; Gonçalves Ortega, J. y Varela, C. (1993). Imaxes das células. *Boletín das ciencias*, 200-204.

Díaz de Bustamante, J. y Jiménez Aleixandré, M. P. (1996). ¿Ves lo que dibujas? Observando células con el microscopio. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (2): 183-194.

Iglesias Ramírez, B. Z.; Pomares Bory, E. J., Rodríguez Pérez, I. C. (2009). Propuesta metodológica para la interpretación de imágenes: habilidad esencial para el aprendizaje en Histología.

(<http://files.sld.cu/histologia/files/2009/10/propuestametodologicaparalainterpretaciondeimagenes.pdf>). Consultado el 15 de agosto de 2012.

Llorente Cámara, E. (1999). Imágenes en la enseñanza. *Revista de Psicodidáctica*, 9.

Universidad del País Vasco, Vitoria-Gazteis, España.

(<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/175/17500911.pdf>). Consultado el 15 de agosto de 2012.

Mengascini, A. (2005). La enseñanza y el aprendizaje de los tejidos vegetales en el ámbito universitario. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4 (2).

(http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen4/ART4_Vol4_N2.pdf). Consultado el 15 de agosto de 2012.

- Mengascini, A. (2006). Propuesta didáctica y dificultades para el aprendizaje de la organización celular. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 3(3), 485-495.
- Macnab, W. y Johnstone, A. H. (1990). Spatial skills wich contribute to competence in the biological sciences. *Journal of Biological Education*, 24 (1): 37-41.
- Perales, F. J. y Jiménez, J. D. (2002). Las ilustraciones en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Análisis de libros de texto. *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (3): 369-386. (<http://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v20n3p369.pdf>) Consultado el 15 de agosto de 2012.
- Peresan, L. y Coria, S. H. (2010). La bi- y la tridimensión en la enseñanza de las ciencias morfológicas. Una propuesta didáctica. *XII Congreso y IX Jornadas de Educación. Sociedad de Ciencias Morfológicas de La Plata* (Buenos Aires, Argentina). 16 y 17 de septiembre. Libro de resúmenes: 45.
- Peresan, L. y Adúriz-Bravo, A. (2010). El arte en la histología. II Congreso Internacional de Didácticas. La actividad del docente: Intervención, Innovación, Investigación *Departament de Didàctiques Específiques. Universitat de Girona*, 5 al 9 de febrero. (<http://dugi-doc.udg.edu/bitstream/10256/2924/1/384.pdf>). Consultado en marzo de 2010.
- Peresan, L y Coria, S .H. (2011). Una mirada epistemológica al concepto de tejido. *III Congreso Nacional De Anatomistas - II Congreso Internacional de Educación e Investigación en Ciencias Morfológicas - I Jornada Internacional Interdisciplinaria de Morfología y Patología Estructural y Molecular*. Córdoba, Argentina, 15, 16 y 17 de Septiembre.
- Pérez de Eulate, L., Llorente, E. y Andrieu, A. (1999). Las imágenes de digestión y excreción en los textos de Primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (2): 165-178.
- Rodríguez Palmero, M.L. (2000). Revisión bibliográfica relativa a la enseñanza de la biología y la investigación en el estudio de la célula. *Investigações em Ensino de Ciências – V5(3)*, pp. 237-263. (http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID66/v5_n3_a2000.pdf). Consultado el 15 de agosto de 2012.
- Russell-Gebbett, J. (1984). Pupils'perceptions of three dimensional structures in biology lessons. *Journal of Biological Education*, 18 (3): 220-226.
- Serrano, T. (1987). Representaciones de los alumnos en Biología: estado de la cuestión y problemas para su investigación en el aula. *Enseñanza de las Ciencias*, 5 (3): 181-188.
- Tamayo Hurtado, M. y González García, F. (2003). Algunas dificultades en la enseñanza de la histología animal. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2 (2). (<http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen2/Numero2/Art6.pdf>) Consultado el 15 de agosto de 2012.

ANEXO

Consigna de examen: “Realiza dibujos histológicos de los diferentes tipos de células musculares. El dibujo debe tener referencias completas y representar las principales características histológicas de cada célula”.